

我国椴树科花粉形态的研究

张玉龙

陈彦生

(中国科学院植物研究所, 北京) (西北植物研究所, 武功)

摘要 本文对分布于我国的椴树科 (Tiliaceae) 9 属 44 种植物的花粉形态进行了光学显微镜的系统观察, 并对其中 10 种花粉的外壁细微结构进行了扫描电镜观察。本科花粉为长球形、扁球形和球形, 萌发孔为长 3 孔沟、短 3 孔沟和 3 (—4) 孔三种类型, 外壁主要为网状纹饰, 个别属为刺状纹饰。根据花粉资料, 本文还探讨了该科植物分类中的某些问题。

关键词 椴树科; 花粉形态; 显微结构; 亚显微结构

椴树科 (Tiliaceae) 约有 50 属 450 种, 多为乔木、灌木、稀为草本, 广布于亚洲, 非洲和中、南美洲的热带、亚热带地区; 而椴属 (*Tilia*) 则主产北温带。椴树科, 我国有 12 属、94 种, 全国均有, 以西南部最盛; 其中椴属分布最广, 南北各省区均产。海南椴属 (*Hainania*) 为我国特有属, 滇桐属 (*Craigia*)、蚬木属 (*Excentrodendron*) 和柄翅果属 (*Burretiodendron*) 则主产我国。它们大部分生长于中度海拔较潮湿的山谷或山坡上, 个别种则为引进的栽培植物。

本科植物的大化石和化石花粉最早出现在古新世。本科的现代花粉形态, 在国外 Erdtman (1952), Sharma (1969) 等曾做过较系统的研究。在国内, 除《中国植物花粉形态》(1960) 一书对本科花粉有描述外, 其他尚无详细的报道。

本文用光学显微镜系统观察了本科 9 属 44 种植物的花粉形态。并用扫描电镜对各属代表类型进行了观察。希望通过此项工作给本科植物的分类和化石花粉鉴定提供参考资料。

材 料 和 方 法

本文观察材料系采自中国科学院植物研究所标本室所藏的腊叶标本。光学显微镜观察的花粉制片均用醋酸酐分解法处理。扫描电镜所用材料系将花粉直接放在胶纸上, 经过喷金镀膜, 直接在扫描电镜下观察。

每种花粉测量 20 粒, 取其最小值和最大值 (示其变异幅度) 及平均值。并测量了花粉萌发孔的大小。

观 察 结 果

(一) 本科花粉总的形态特征

本科植物的花粉形态是多类型的, 其形状有长球形、扁球形和球形, 赤道面观为椭圆形、近椭圆形或圆形, 极面观为三(四)裂圆形或圆形。辐射对称或两侧对称; 等极或亚等极。花粉大小, 各属、种之间差异较大, 最大的花粉为蚬木属的蚬木 (*Excentrodendron hsienmu*), 其直径达 55.3 微米, 最小花粉为一担柴属的 *Colona sinica*, 其大小为 26.6×18.2

微米。萌发孔主要为 3(—4)孔沟类型,少数属种为 3(—4)孔类型,而孔沟类型又有长孔沟和短孔沟之分。外壁两层,外层较内层厚或等厚,有时层次不明显;表面具网状纹饰,个别属则为刺状纹饰。根据我们的观察,主要可分为以下几种类型:

1. Grewia 型 花粉为长球形,具 3(—4)孔沟,沟长,内孔横长。扁担杆属 (*Grewia*),一担柴属 (*Colona*),黄麻属 (*Corchorus*),布渣叶属 (*Microcos*),刺蒴麻属 (*Triumfetta*) 属之。

2. Tilia 型 花粉为扁球形,具 3(—4)孔沟,沟短,内孔大。椴属 (*Tilia*),海南椴属 (*Hainania*) 属之。

3. Corchoropsis 型 花粉球形或近球形,具 3(—4)孔,外壁表面具尖或钝的刺。田麻属 (*Corchoropsis*) 属之。

4. Excentrodendron 型 花粉球形,具 3(—4)孔,外壁表面具大网状纹饰,蚬木属 (*Excentrodendron*) 属之。

在这 4 种类型中,前两种为本科最主要的类型,绝大多数花粉属于这两种类型。

各属花粉形态检索表

1. 花粉具 3(—4)孔沟,长球形或扁球形。
 2. 花粉扁球形,孔沟短。
 3. 内孔圆形,孔处外壁内层显著加厚;沟细小,不明显……………椴属 *Tilia* L.
 3. 内孔椭圆形,孔处外壁内层稍加厚;沟较大,明显……………海南椴属 *Hainania* Merr.
 2. 花粉长球形,孔沟长。
 4. 花粉粒体积较大,长轴达 40 微米以上。
 5. 网眼较大,大小不一;孔沟边缘较平……………扁担杆属 *Grewia* Linn.
 5. 网眼较小,大小较一致;孔沟边缘呈锯齿状……………刺蒴麻属 *Triumfetta* L.
 4. 花粉粒体积较小,长轴不超过 35 微米
 6. 孔沟较宽;沟的两端渐狭。……………黄麻属 *Corchorus* L.
 6. 孔沟较狭;沟的两端与中部几等宽
 7. 在扫描电镜下,网眼中有时具小穿孔……………布渣叶属 *Microcos* L.
 7. 在扫描电镜下,网眼中无穿孔,有时具细颗粒……………一担柴属 *Colona* Cav.
1. 花粉球形或近球形,具 3(—4)孔。
 8. 外壁表面具刺状纹饰……………田麻属 *Corchoropsis* Sieb. et Zucc.
 8. 外壁表面具大网状纹饰……………蚬木属 *Excentrodendron* Chang et Miao

(二) 各属的花粉形态特征

一担柴属 *Colona* Cav. 花粉长球形,等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。体积小,极轴长 26.6—29.0 微米,赤道轴长 18.2—19.5 微米。具 3 孔沟;沟细长,长 20.9—21.8 微米,宽 1.3—1.7 微米;内孔横长,界限不明显,孔宽约 1.3 微米;孔沟交叉呈十字形。外壁两层,厚约 1.3 微米,外层稍厚于内层;表面具细网状纹饰,网眼近圆形或略呈多角形,大小较一致,在孔沟边缘变小。

黄麻属 *Corchorus* L. 花粉长球形,等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。极轴长 30.4—34.5 微米,赤道轴长 23.5—23.9 微米。具 3 孔沟;沟细长,两端狭,

中部宽,长 21.9—25.0 微米,宽约 3.3 微米;内孔横长,界限不明显,宽约 2.1—3.8 微米;孔沟交叉呈十字形。外壁两层,厚约 1.3 微米,内外层近等厚,表面具细网状纹饰,光学显微镜下,网眼近圆形,大小较为一致,在孔沟边缘变小。

田麻属 *Corchoropsis* Sieb. et Zucc. 花粉球形或近球形,辐射对称,直径 31.2—48.2 微米。具 3(—4) 孔,偶而可见 2 孔;孔圆形,直径 2.9—4.3 微米,孔处内层加厚。外壁厚 1.3 微米,层次不明显;表面具刺,刺长 3.4 微米,尖或钝,当镜筒下降时,表面还具小穴(扫描电镜下为小穿孔)。

蚬木属 *Excentrodendron* Chang et Miao 花粉球形,辐射对称,体积较大,直径 55.3 微米。具 3(—4) 孔,孔圆形,直径约 4.1 微米,孔处内层稍变厚。外壁两层,厚约 3.5 微米,外层显著厚于内层,外层中有密布的小柱,在小柱中间隔着粗大而明显的大基柱,在表面形成清楚的大网状纹饰,网眼大小和形状不一致,网眼中有细网(扫描电镜下为小穿孔),花粉轮廓线不平,呈波状纹。

扁担杆属 *Grewia* L. 花粉长球形,等极,辐射对称。赤道面观为椭圆形,极面观为三(四)裂圆形。体积较大,极轴长 43.3—65.3 微米,赤道轴长 31.6—45.6 微米。具 3(—4) 孔;沟长,两端狭,中部宽,长 36.5—52.8 微米,宽 3.6—5.6 微米;内孔横长,界限不明显,孔宽约 3.5—5.6 微米;孔沟交叉呈十字形。外壁两层,厚 2.3—3.3 微米,外层厚于内层,基柱明显;表面具网状或粗网状纹饰,网眼大小和形状不一致,向孔沟边缘变小;网眼中常有细颗粒(扫描电镜下实际为小穿孔)出现,花粉轮廓线不平,有时呈波状纹。

在个别种内,如镰叶扁担杆 *G. falcata* C. Y. Wu 和毛果扁担杆 *G. eriocapa* Juss., 亦可看到近长球形、圆三角形、菱形等不规则形状花粉,孔沟方向也很零乱。

海南椴属 *Hainania* Merr. 花粉扁球形,等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。极轴长 25.9 微米,赤道轴长 38.4 微米。具 3 孔沟;沟短,长约 10.8 微米,宽 2.6 微米;内孔稍大,椭圆形,孔宽约 5.7 微米,孔处内层稍加厚。外壁两层,厚约 1.7 微米,外层较厚;表面具细网状纹饰,网眼近圆形,大小较一致。

这个属花粉与椴属相似,区别在于,赤道面观沟较宽大,明显,极面观孔内层稍加厚。

布渣叶属 *Microcos* L. 花粉长球形,等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。体积较小,极轴长 30.0—31.2 微米,赤道轴长 20.8—21.7 微米。具 3 孔沟;沟细长,长约 21.6—22.4 微米,宽 1.5—1.9 微米;内孔横长,界限不明显,孔宽约 2.2—2.5 微米;孔沟交叉呈十字形。外壁两层,厚 1.9—2.1 微米,外层较厚;表面具细网状纹饰,网眼近圆形,大小和形状较一致,向孔沟边缘变小。

椴属 *Tilia* L. 花粉扁球形,亚等极,两侧对称,稀等极和辐射对称。赤道面观近椭圆形,其中一极常扁平,极面观三裂圆形。极轴长 23.0—33.1 微米,赤道轴长 37.7—47.2 微米。具 3 孔沟,偶而可见 2、4、6 孔沟的花粉;沟细而短,不明显,长 6.4—12.5 微米,仅稍长出内孔;内孔较大、圆形,界限不明显,直径 3.8—8.9 微米,孔处内层显著加厚。外壁厚 1.3—2.5 微米,两层,内外层近等厚;表面具细网状纹饰,网眼小,近圆形。

刺蒴麻属 *Triumfetta* L. 花粉长球形,等极,辐射对称。赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。极轴长 41.3—55.5 微米,赤道轴长 26.2—32.1 微米。具 3 孔沟;沟细长,两端狭,中部宽,沟缘微不平,呈细锯齿状,长 29.2—45.8 微米,宽 2.6—4.7 微米;内孔横长,界

Table 1 Morphological characteristics of

种 名 Name of species	形 状 Shape of pollen grains	大 小 Size of pollen grains (μ)	萌 发 孔		
			类 型 Type	沟 Colpus	
				长度 Length (μ)	宽度 Width (μ)
<i>Colona sinica</i>	长球形 Prolate	(21.8—32.0)26.6× 18.2(15.4—21.8)	3 孔沟 3-colporate	20.9	1.3
一担柴 <i>C. floribunda</i>	同 上 Ditto	(26.9—30.3)29.0× 19.5(17.9—21.8)	同 上 Ditto	21.8	同 上 Ditto
假黄麻 <i>Corchorus acutangulus</i>	同 上 Ditto	(26.9—33.3)30.5× 23.5(20.5—25.6)	同 上 Ditto	21.9	3.3
黄 麻 <i>C. capsularis</i>	同 上 Ditto	(30.7—37.1)34.5× 23.9(20.5—26.9)	同 上 Ditto	25.0	3.2
扁担杆 <i>Grewia biloba</i>	同 上 Ditto	(44.8—51.2)46.9× 36.2(30.8—42.2)	同 上 Ditto	36.5	3.7
蔴麻叶扁担杆 <i>G. abutilifolia</i>	同 上 Ditto	(52.5—64.0)57.7× 41.9(38.4—44.8)	同 上 Ditto	44.8	4.9
朴叶扁担杆 <i>G. celidifolia</i>	同 上 Ditto	(36.4—48.6)43.3× 31.6(29.4—33.3)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	35.6	4.1
短柄扁担杆 <i>G. brachypoda</i>	同 上 Ditto	(49.9—57.6)53.3× 38.8(35.8—42.2)	3 孔沟 3-colporate	42.2	3.7
毛果扁担杆 <i>G. eriocapa</i>	同 上 Ditto	(42.2—52.5)47.9× 33.9(32.0—35.8)	同 上 Ditto	39.2	4.0
镰叶扁担杆 <i>G. falcata</i>	同 上 Ditto	(53.8—65.3)58.8× 39.5(35.8—42.2)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	46.8	5.4
黄叶扁担杆 <i>G. hirsuto-velutina</i>	长球形或近长球形 Prolate or subprolate	(51.2—62.7)56.7× 44.8(38.4—51.2)	3 孔沟 3-colporate	42.8	3.9
<i>G. henryi</i>	同 上 Ditto	(44.8—60.2)55.2× 45.6(37.1—49.9)	同 上 Ditto	47.5	2.1
<i>G. laevigata</i>	长球形 Prolate	(49.9—65.3)59.2× 40.0(32.0—46.8)	同 上 Ditto	47.4	3.6
椴叶扁担杆 <i>G. tiliaefolia</i>	同 上 Ditto	(57.6—67.8)64.2× 41.4(38.4—47.4)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	50.9	3.8
布渣叶 <i>Microcos paniculata</i>	同 上 Ditto	(28.2—34.6)30.0× 20.8(19.2—23.0)	3 孔沟 3-colporate	21.6	1.5
海南布渣叶 <i>M. chungii</i>	同 上 Ditto	(26.9—34.6)31.2× 21.7(19.2—24.3)	同 上 Ditto	22.4	1.9
小刺蒴麻 <i>Trumfetta annue</i>	同 上 Ditto	(38.4—49.9)43.2× 28.7(24.3—32.0)	同 上 Ditto	31.9	4.4
刺蒴麻 <i>T. bartramia</i>	同 上 Ditto	(44.8—49.9)47.7× 32.1(28.2—34.6)	同 上 Ditto	38.7	2.9
粗齿刺蒴麻 <i>T. grandidens</i>	同 上 Ditto	(47.4—55.0)52.1× 26.4(24.3—29.4)	同 上 Ditto	41.2	3.8
长钩刺蒴麻 <i>T. pilosa</i>	同 上 Ditto	(52.5—58.9)55.5× 32.0(26.8—34.6)	同 上 Ditto	45.8	4.7
毛刺蒴麻 <i>T. tomentosa</i>	同 上 Ditto	(40.9—47.4)44.6× 26.2(24.3—28.2)	同 上 Ditto	38.1	4.3
<i>T. suffruticosa</i>	同 上 Ditto	(37.1—46.1)41.3× 29.7(25.0—33.3)	同 上 Ditto	29.2	2.6

半显微镜下的形态特征

pollen grains of Chinese Tiliaceae under LM

Aperture		外壁 Exine		纹 饰 Ornamentation	图 版 Plate
孔 Ora		层 次 Layering	厚度 Thick- ness (μ)		
形状 Shape	宽度 Width(μ)				
内孔横长, 界线不明显 Lalongate, faintly delimited	1.3	两层, 外层较厚 2 layers, sexine rather thick	1.3	细网状 Finely reticulate	1: 5,6
同 上 Ditto	同上 Ditto	同 上 Ditto	1.3	同 上 Ditto	1: 1—4
同 上 Ditto	2.1	同 上 Ditto	1.3	同 上 Ditto	1: 17—19
同 上 Ditto	3.8	两层, 内外层几相等 2 layers, sexine & nexine almost equal	1.3	同 上 Ditto	1: 12—16
同 上 Ditto	4.2	两层, 外层较厚 2 layers, sexine rather thicker	2.3	网状, 网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 12
同 上 Ditto	5.5	同 上 Ditto	2.3	网状, 网脊由基柱组成, 网眼中有 颗粒 Reticulate, muri baculate, lumina with granules	3: 8
同 上 Ditto	3.8	同 上 Ditto	2.5	网 状 Reticulate	3: 10
同 上 Ditto	3.5	同 上 Ditto	2.5	网状, 网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 16
同 上 Ditto	4.5	同 上 Ditto	2.4	网 状 Reticulate	3: 9
同 上 Ditto	6.4	同 上 Ditto	2.5	网状, 网眼中有颗粒 Reticulate, lumina with granules	3: 15
同 上 Ditto	5.1	同 上 Ditto	3.3	网状, 网脊由基柱组成, 网眼中有 颗粒 Reticulate, muri baculate lumina with granules	3: 11
同 上 Ditto	3.8	同 上 Ditto	2.4	同 上 Ditto	无图
同 上 Ditto	5.1	同 上 Ditto	2.9	同 上 Ditto	3: 14
同 上 Ditto	5.6	同 上 Ditto	2.9	同 上 Ditto	3: 1—7
同 上 Ditto	2.2	同 上 Ditto	1.9	细网状 Finely reticulate	2: 7—11
同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	2.1	同 上 Ditto	2: 5,6
同 上 Ditto	2.6	同 上 Ditto	2.5	网 状 Reticulate	5: 18—20
同 上 Ditto	4.8	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	5: 12
同 上 Ditto	2.9	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	5: 13,14
同 上 Ditto	4.7	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	5: 15—17
同 上 Ditto	2.6	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	5: 6—11
同 上 Ditto	同上 Ditto	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	3: 13

表 1. 我国楸树科花粉在光

Table 1 Morphological characteristics of

种 名 Name of species	形 状 Shape of pollen grains	大 小 Size of pollen grains (μ)	萌 发 孔		
			类 型 Type	沟 Colpus	
				长度 Length (μ)	宽度 Width (μ)
海南楸 <i>Hainania trichosperma</i>	扁球形 Oblate	(23.0—29.4)25.9× 38.4(35.8—42.2)	同 上 Ditto	10.8	2.6
紫 楸 <i>Tilia amuransii</i>	同 上 Ditto	(24.3—34.6)29.9× 44.1(40.9—47.4)	(2—)3(—4)孔沟 (2—)3(—4)- colporate	8.9	很狭 Very narrow
华 楸 <i>T. chinensis</i>	同 上 Ditto	(29.4—35.8)32.6× 46.8(43.5—51.2)	3 孔沟 3-colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
粉 楸 <i>T. henryana</i>	同 上 Ditto	(20.5—33.3)28.5× 42.6(38.4—46.1)	同 上 Ditto	8.8	同 上 Ditto
<i>T. henryana</i> var. <i>subglabre</i>	同 上 Ditto	(19.2—30.7)25.4× 42.1(38.4—46.1)	同 上 Ditto	7.7	同 上 Ditto
多毛楸 <i>T. intonsa</i>	同 上 Ditto	(20.5—28.2)25.4× 37.7(34.6—40.9)	(2—)3(—4,6)孔 沟(2—)3(—4,6)- colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
日本楸 <i>T. japonica</i>	同 上 Ditto	(21.8—26.9)23.0× 36.5(33.3—38.4)	3 孔沟 3-colporate	8.9	同 上 Ditto
广东楸 <i>T. kwangtungensis</i>	同 上 Ditto	(21.8—33.3)26.6× 39.6(35.8—44.8)	(2—)3(—4)孔沟 (2—)3(—4)- colporate	7.7	同 上 Ditto
亮绿楸 <i>T. laetevirens</i>	同 上 Ditto	(25.6—29.4)28.1× 39.4(35.8—43.5)	(2—)3孔沟 (2—)3-colporate	8.9	同 上 Ditto
糠 楸 <i>T. mandschurica</i>	同 上 Ditto	(24.3—32.0)29.3× 41.5(38.4—43.5)	3 孔沟 3-colporate	8.8	同 上 Ditto
南京楸 <i>T. miqueliana</i>	同 上 Ditto	(24.3—29.4)26.5× 39.2(37.1—41.0)	(2—)3 孔沟 (2—)3-colporate	6.9	同 上 Ditto
蒙 楸 <i>T. mongolica</i>	同 上 Ditto	(24.3—28.2)26.4× 41.0(38.4—43.5)	3 孔沟 3-colporate	7.7	同 上 Ditto
<i>T. oliveri</i> var. <i>cinerascens</i>	同 上 Ditto	(24.3—32.0)27.8× 42.6(38.4—44.8)	同 上 Ditto	8.9	同 上 Ditto
少脉楸 <i>T. paucicostata</i>	同 上 Ditto	(21.8—28.2)24.6× 41.5(37.1—44.8)	同 上 Ditto	6.4	同 上 Ditto
<i>T. nobilis</i>	同 上 Ditto	(25.6—34.6)28.4× 47.2(43.5—51.2)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	同 上 Ditto	同 上 Ditto
大叶楸 <i>T. platyphyllos</i>	同 上 Ditto	(20.5—32.0)26.1× 40.9(35.8—43.5)	3 孔沟 3-colporate	9.8	同 上 Ditto
<i>T. populilimbata</i>	同 上 Ditto	(23.0—32.0)27.7× 44.4(40.9—48.6)	同 上 Ditto	10.2	同 上 Ditto
楸 <i>T. tuan</i>	同 上 Ditto	(25.6—30.7)28.5× 44.0(39.7—47.4)	3(—4)孔沟 3(—4)-colporate	8.9	同 上 Ditto
云南楸 <i>T. yunnanensis</i>	同 上 Ditto	(29.4—39.7)33.1× 44.9(38.4—51.2)	3 孔沟 3-colporate	12.5	同 上 Ditto
田 麻 <i>Corchoropsis crenata</i>	球形或近球形 Spheroidal or subspheroidal	直径 48.2(42.2—53.8)	3(—4)孔 3(—4)-porate		
光果田麻 <i>C. psilocarpus</i>	球 形 Spheroidal	直径 31.4(28.6—34.6)	(2—)3孔 (2—)3-porate		
茀 木 <i>Excentrodendron hsienmu</i>	同 上 Ditto	直径 55.3(48.6—64.0)	3(—4)孔 3(—4)-porate		

光学显微镜下的形态特征

pollen grains of Chinese Tiliaceae under LM

Aperture		外壁 Exine		纹 饰 Ornamentation	图 版 Plate
孔 Ora		层 次 Layering	厚度 Thick- ness (μ)		
形状 Shape	宽度 Width(μ)				
内孔椭圆形, 孔处外壁内层 稍加厚 Elliptical, nexine slightly thickened	5.7	同 上 Ditto	1.7	细网状 Finely reticulate	5: 1—5
内孔圆形, 孔处外壁内层显 著加厚 Circular, nexine markedly thickened	4.8 in diam.	两层, 内外层等厚 2 layers, sexine & nexine equal	2.5	同 上 Ditto	4: 12
同 上 Ditto	6.7 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	3: 17
同 上 Ditto	6.9 in diam.	同 上 Ditto	1.9	同 上 Ditto	4: 23
同 上 Ditto	5.1 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	无 图
同 上 Ditto	同上 Ditto	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 19
同 上 Ditto	4.9 in diam.	同 上 Ditto	1.3	同 上 Ditto	4: 17
同 上 Ditto	3.8 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 22
同 上 Ditto	5.1 in diam.	同 上 Ditto	1.9	同 上 Ditto	4: 21
同 上 Ditto	4.4 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 18
同 上 Ditto	5.1 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 16
同 上 Ditto	3.8 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 13
同 上 Ditto	5.3 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 6,7
同 上 Ditto	5.1 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 20
同 上 Ditto	同上 Ditto	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 14
同 上 Ditto	6.4 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 8,9
同 上 Ditto	同上 Ditto	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 10,11
同 上 Ditto	5.7 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 1—5
同 上 Ditto	8.9 in diam.	同 上 Ditto	2.5	同 上 Ditto	4: 15
孔圆形, 孔处外壁内层加厚 Pore circular, nexine thickened	4.3 in diam.	分层不明显 Layers indistinct	1.3	具刺, 刺长 3.4 微米 Spinate, spine 3.4 μ long	1: 7—9
同 上 Ditto	2.9 in diam.	同 上 Ditto	1.3	同 上 Ditto	1: 10,11
同 上 Ditto	4.1 in diam.	两层, 外层显著厚于内 层 2 layers, sexine markedly thick	4.1	大网状, 网眼中有细网 Coarsely reticulate, lumina with fine reticulac	2: 1—4

限不明显,孔宽约 2.5—6.1 微米。外壁两层,厚约 2.5 微米,外层较厚,基柱明显;表面具网状纹饰,网眼近圆形,大小较一致,在孔沟边变小。

(三) 10 种花粉在扫描电镜下的观察

1. 一担柴 *Colona floribunda* (Wall.) Craib. (图版 1: 1,2)

孔沟交叉处稍向外突起,沟膜高低不平,上有细颗粒。外壁表面具网状纹饰,网眼大小和形状较一致,有些网眼中有密布的细颗粒。

2. 黄麻 *Corchorus capsularis* L. (图版 1: 12, 13)

沟膜不平,上具许多由细颗粒聚集而成的粗颗粒。外壁表面为网状纹饰,网眼在沟间区拉长,呈不规则的棱形,在两极则较圆;网脊粗细不一,当倍数很高时,网眼内可见小穿孔。

3. 田麻 *Corchoropsis crenata* Sieb. et Zucc. (图 1: 7)

孔椭圆形,孔膜不完整,形成大穿孔。外壁表面高低不平,呈细皱纹状,其间有极小的穿孔,刺顶端较钝。

4. 蚬木 *Excentrodendron hsienmu* (Chun & How) Chang & Miao (图版 2: 1,2)

网脊弯曲,粗细不一,网眼内高低不平,内具不整齐的小穿孔。

5. 椴叶扁担杆 *Grewia tiliaefolia* Vahl. (图版 3: 1—3)

沟膜不平,上具稀疏的细颗粒,内孔向外突出,具半球形孔盖,孔盖上具弯曲条纹形成的拟网状纹饰。外壁表面具网状纹饰,网眼在沟间区较大,两极区较小,网脊粗细均匀,网眼中具明显的小穿孔。

6. 海南椴 *Hainania trichosperma* Merr. (图版 5: 1,2)

孔沟区明显向外突起,外壁表面具细密的网-穴状纹饰,网脊粗细不均,网眼形状大小不一。

7. 布渣叶 *Microcos paniculata* L. (图版 2: 9—11)

沟膜上具不明显颗粒;外壁表面具网状纹饰,网眼大小较一致,网眼内有时具小穿孔。

8. 华椴 *Tilia chinensis* Maxim. (图版 3: 17)

外壁表面具细网状纹饰,网眼形状大小较一致,网脊粗细较均匀。极区可见两条微弯曲而略高出的短“脊”。

9. 椴 *Tilia tuan* Szysz. (图版 4: 1—3)

外壁表面具细网状纹饰,网眼形状大小较一致,在孔沟边变小,网脊粗细也较均匀。极区可见一条略高出的短“脊”。

10. 毛刺蒴麻 *Triumfetta tomentosa* Bojer (图版 5: 6,7)

外壁表面具清楚的网状纹饰,网眼形状大小较一致,呈菱形;网脊细,较均匀,网眼内具细密的小穿孔。沟膜较平,孔盖加厚突出。

本科每种花粉在光学显微镜下观察的特征见表 1。

讨 论

1. 本科的系统位置

椴树科和梧桐科 (Sterculiaceae)、木棉科 (Bombacaceae)、锦葵科 (Malvaceae) 在 Engler

系统 (Schultze-Mote, 1964), Bentham et Hooker 系统 (1862), Takhtajan 系统 (1969) 和 Cronquist 系统 (1968) 中都属于锦葵目 (Malvales), 但在科的进化顺序上有所不同。Schultze-Mote 的顺序为椴树科→锦葵科→木棉科→梧桐科, Bentham et Hooker 为锦葵科→梧桐科→椴树科, Takhtajan 和 Cronquist 都为椴树科→梧桐科→木棉科→锦葵科。从花粉资料看, 本科与梧桐科、木棉科有着密切的连系, 因在后两科中都可以看到类似椴树科的花粉。如类似长 3 孔沟类的花粉, 在梧桐科的梧桐属 (*Firmiana*)、银叶树属 (*Heritiera*) 和苹婆属 (*Sterculia*) 出现; 短 3 孔沟型的花粉, 在梧桐科的山芝麻属 (*Helicteres*)、鹧鸪麻属 (*Kleinhovia*) 以及木棉科的爪哇木棉属 (*Ceiba*) 等属中出现; 3 孔具刺型花粉, 在梧桐科的平当树属 (*Paradombeya*)、午时花属 (*Pentapetes*)、翅子树属 (*Pterospermum*) 以及木棉科的 *Adansonia*, *Matisia* 等属中出现。而锦葵科的花粉则主要为散孔具刺类型, 与椴树科的花粉类型差异较大。根据 Kuprianova (1974) 的观点, 椴树科的花粉属于双子叶植物花粉进化阶段中的第二亚阶段, 即三孔沟类型的亚阶段, 而锦葵科的花粉则属于较进化的第四亚阶段, 即散孔类型的亚阶段。因此, 就花粉形态来说, 椴树科与梧桐科、木棉科的关系比较密切, 与锦葵科则比较疏远并比它原始, 支持 Takhtajan 系统和 Cronquist 系的演化顺序。

2. 布渣叶属 (*Microcos* L.) 的系统位置

布渣叶属原建立于 1753 年, 因其外部特征与扁担杆属 (*Grewia* L.) 很相似, 林奈本人于 1967 年将其归并于扁担杆属。以后 Bentham et Hooker (1862), Schumann (1890) 等学者都将此属并归于扁担杆属, 一直到 1926 年才由 Burret 从扁担杆属分出。但是 Hutchinson (1968) 仍主张把布渣叶属归并扁担杆属, 认为作为一个独立的属是不能成立的。从花粉资料看, 布渣叶属的花粉与扁担杆属的花粉有着较大的区别。前者花粉体积较小, 长轴的平均长度不超过 31.2 微米, 外壁较薄, 厚度不超过 2.1 微米, 表面具细网状纹饰, 孔沟细小; 而后者花粉体积大, 长轴的平均长度在 43.3 微米以上, 外壁较厚, 厚度在 2.3 微米以上, 表面纹饰多为粗网状, 孔沟较宽大。因此, 花粉形态不支持把布渣叶属归并于扁担杆属。

3. 田麻属 (*Corchoropsis* Sieb. et Zucc.) 的归附问题

田麻属原隶属于椴树科, Takeda (1912) 将其移入梧桐科, 放在 *Dombeyae* 族中。田麻属花粉为 3(—4) 孔具刺类型, 在椴树科较为特殊。而在梧桐科这种类型较多, 尤其在 *Dombeyae* 族主要为这种花粉类型。因此, 把田麻属移入梧桐科的 *Dombeyae* 族, 在花粉资料上是支持的。

关于滇桐属 (*Craigia*) 的归附问题, 因尚无花粉材料, 将另行讨论。

附录: 地理分布及生境

Colona sinica 乔木; 产云南, 生于海拔 500 米左右的山地。*C. floribunda* 乔木或灌木; 产云南南部, 生于海拔 800—1400 米的山地林缘。*Corchorus acutangulus* 草本; 江苏、江西、福建、广东、广西、云南、贵州、湖南、安徽等省区, 生于海拔 120—1100 米的田边或草坡上。*C. capsularis* 草本; 我国亚热带地区广栽培。*Grewia biloba* 灌木或小乔木; 江苏、江西、福建、广西、广东、台湾、浙江、安徽、湖南等省区, 生于海拔 350—1600 米的草地或疏林中。*G. abutilifolia* 灌木或小乔木; 四川、云南、贵州、广西、广东、台湾

等省区,生于海拔 200—1800 米的向阳山坡。*G. celsidifolia* 灌木或小乔木;产云南和广西,生于海拔 460—960 米的荒坡疏林中。*G. brachypoda* 灌木;产云南,生于海拔 1400 米左右的山坡草地。*G. eriocapa* 灌木;产云南、广西、广东、贵州、台湾等省区,生于海拔 300—1400 米的丘陵灌丛。*G. falcata* 小灌木;产云南,生于海拔 740 米左右的疏林灌丛中。*G. hirsuto-velutina* 灌木;产云南、贵州、广西,生于海拔 350—1400 米的向阳山坡。*G. henryi* 灌木;产广西、广东、江西,生于海拔 200—950 米的山坡上。*G. laevigata* 灌木;产云南,生于海拔 570—1300 米的山地疏林中。*G. tiliaefolia* 乔木;产云南,生于海拔 850—1600 米的山地杂木林中。*Microcos paniculata* 灌木或小乔木;产云南、广西、广东、湖南,生于海拔 300—2000 米的山坡上。*M. chungii* 乔木;特产海南岛,生于海拔 2000 米左右的山地林中。*Trumfetta annue* 草本或半灌木;产四川、云南、贵州、广西、广东、湖南、湖北、江西、浙江,生于海拔 1800—2100 米的山坡草地。*T. bartramia* 半灌木;产云南、广西、广东、福建、台湾,生于海拔 150—1800 米的林边灌丛中。*T. grandidens* 草本;产广东,生于海滩沙地。*T. pilosa* 半灌木;产四川、云南、贵州、广西、台湾,生于海拔 1200—1400 米的向阳山坡上。*T. tomentosa* 半灌木;产四川、云南、贵州、广西、广东、福建,生于海拔 150—1600 米的平地或丘陵灌丛中。*T. suffruticosa* 草本或半灌木;产广东,生于海拔 200 米左右的荒野。*Hainania trichosperma* 乔木;产广东、广西,生于海拔 2000 米左右的山地林中。*Tilia amuransii* 乔木;产辽宁、河北、内蒙古、山西、山东,生于海拔 700—1300 米的杂木林中。*T. chinensis* 乔木;产河南、陕西、甘肃、四川、云南、湖北,生于海拔 1000—3400 米的山地林中。*T. henryana* 乔木;江苏、江西、河南、湖北、陕西、甘肃,生于海拔 750—1000 米的山坡杂木林中。*T. henryana* var. *subglabra* 乔木;江苏、江西、河南、湖北、安徽,生于海拔 600—800 米的山林中。*T. intonsa* 乔木;特产四川,生于 2000—3200 米的山林中。*T. japonica* 乔木;江苏、安徽、浙江、山东,生于海拔 1200—1800 米的山林中。*T. kwangtungensis* 乔木;产广东、江西,生于海拔 1000 米左右的山林中。*T. laetevirens* 乔木;产陕西、甘肃,生于海拔 2000—2400 米的山地杂木林。*T. mandshurica* 乔木;辽宁、内蒙古、河北、山东、江苏、江西,生于海拔 200—1100 米的潮湿山地杂木林中。*T. miqueliana* 乔木;河南、江苏、安徽、浙江,生于海拔 600—1100 米的山沟中。*T. mongolica* 乔木;东北、内蒙古、河北、山东、山西、河南、甘肃,生于 200—2500 米的向阳山坡疏林中。*T. oliveri* var. *einerascens* 乔木;产湖北,生于海拔 1300—1800 米的山林中。*T. paucicostata* 小乔木;山西、河南、陕西、甘肃、四川、云南、安徽、湖北,生于海拔 1600—3000 米的山林中。*T. nobilis* 乔木;特产四川,生于海拔 2500—2600 米的阴湿山谷或林内。*T. platyphyllos* 乔木;产江苏、山东,生于海拔 1000 米左右的山地林中。*T. populilimbata* 乔木;产湖北,生于海拔 1000 米左右的山地林中。*T. tuan* 乔木;湖北、四川、贵州、广西、湖南、江西,生于海拔 130—2600 米的山地杂木林中。*T. yunnanensis* 乔木;产云南,生于海拔 2600—3300 米的山地杂木林中。*Corechoropsis crenata* 草本;东北、河北、山西、河南、江苏、安徽、浙江、江西、湖南、广东、贵州、四川、湖北、陕西,生于海拔 200—1500 米山坡林下。*C. psilocarpus* 草本;辽宁、河北、山东、河南、江苏、安徽、湖北、甘肃,生于海拔 120—1000 米的山坡草地或田边。*Excentrodendron hsienmu* 常绿乔木;产云南、广西,生于海拔 800 米左右的山地林中。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组, 1960: 中国植物花粉形态。科学出版社。
- [2] 额尔特曼著(王伏雄等译, 1962), 1952: 花粉形态与植物分类。科学出版社。
- [3] 库普利扬诺娃(张金谈译, 1980), 1974: 论花粉和孢子形态的进化阶段。孢粉学译丛(第一集): 1—10页。科学出版社。
- [4] Benthams, M. and Hooker, J. D., 1862: Genera Plantarum vol. 1. London.
- [5] Burret, M., 1926: Beicrage zur kenntnis der Tiliaceen. Notizbl. Bot. Gart. Berl. 1926: 592—880.
- [6] Cronquist, A., 1968: The evolution and classification of flowering plants. London: Nelson.
- [7] Hutchinson, J., 1968: The genera of flowering plants. Vol. 2. Oxford.
- [8] Takeda, H., 1912: The genus Corchoropsis. Kew Bull. 1912: 365.
- [9] Takhtajan, A., 1969: Flowering plants origin and dispersal. Oliver and Boyd.

- [10] Schitze-Motel, 1964: *Malvales in Engler's Syllabus Der Pflanzenfamilien*. 12 Aufl. 2. Berlin.
[11] Schumann, K., 1895: *Tiliaceae in Engler et Prantl's Die naturliche Pflanzenfamilien* 3(6):8--30. Leipzig
[12] Sharma, 1969: *Pollen morphology of Tiliaceae in relation to plant taxonomy. Jour. Palyn.* 5(1):7-29.

STUDIES ON POLLEN MORPHOLOGY IN TILIACEAE OF CHINA

ZHANG YU-LONG

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

CHEN YAN-SHENG

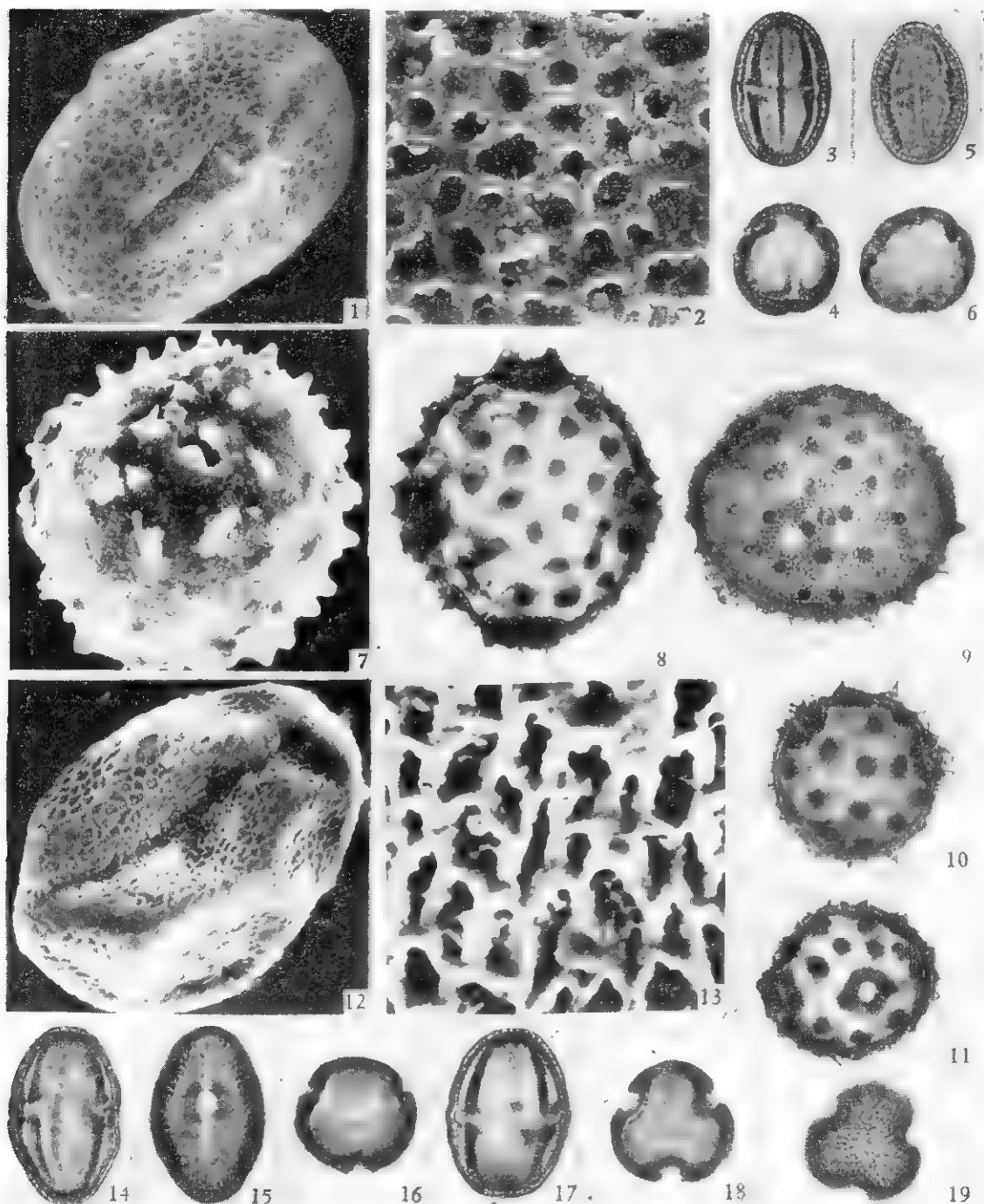
(Northwest Institute of Botany, Wugong, Shaanxi)

Abstract Pollen morphology of 44 species representing 9 genera of Tiliaceae in China was examined under light microscope, 10 of them were observed with scanning electron microscope. Nine genera involved in this paper are: *Colona*, *Corchoropsis*, *Corchorus*, *Excentrodendron*, *Grewia*, *Hainannia*, *Microcos*, *Tilia* and *Triumfetta*

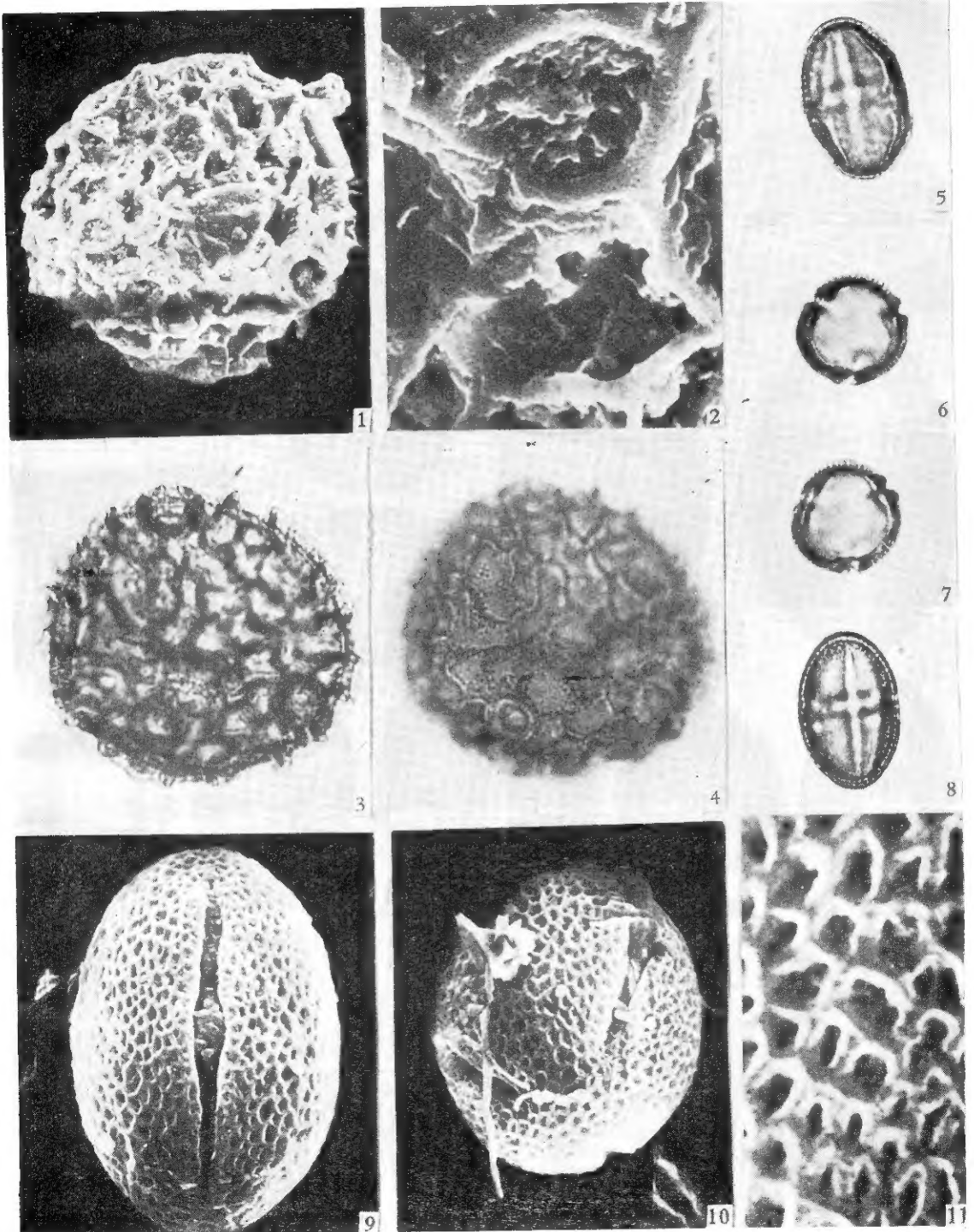
The pollen grains of Tiliaceae are eurypalynous. Based on the aperture type and ornamentation, they may be grouped into four types: (1) The *Grewia* type, pollen grains tricolporate: *Colona*, *Corchorus*, *Grewia*, *Microcos* and *Triumfetta*; (2) The *Tilia* type, pollen grains brevitrilocporate: *Hainannia* and *Tilia*; (3) The *Corchoropsis* type, pollen grains triporate, spinate: *Corchoropsis*, and (4) The *Excentrodendron* type, pollen grains triporate, reticulate: *Excentrodendron*.

The significance of pollen morphology in taxonomy of Tiliaceae is discussed. The palynological data seem to support the separation of *Microcos* from *Grewia* and the transfer of *Corchoropsis* to Sterculiaceae from Tiliaceae.

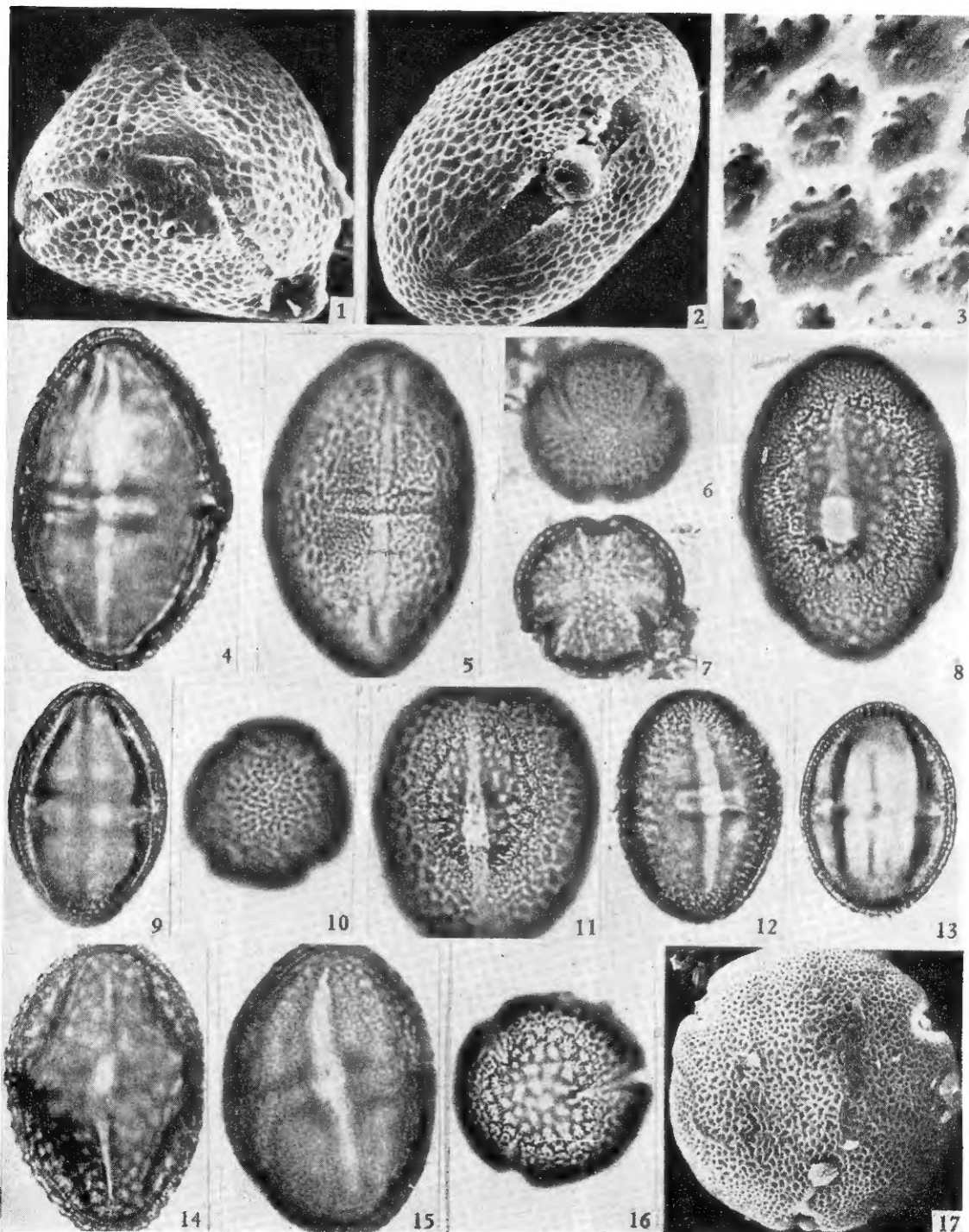
Key words Tiliaceae; Pollen morphology; Microstructure; Ultrastructure



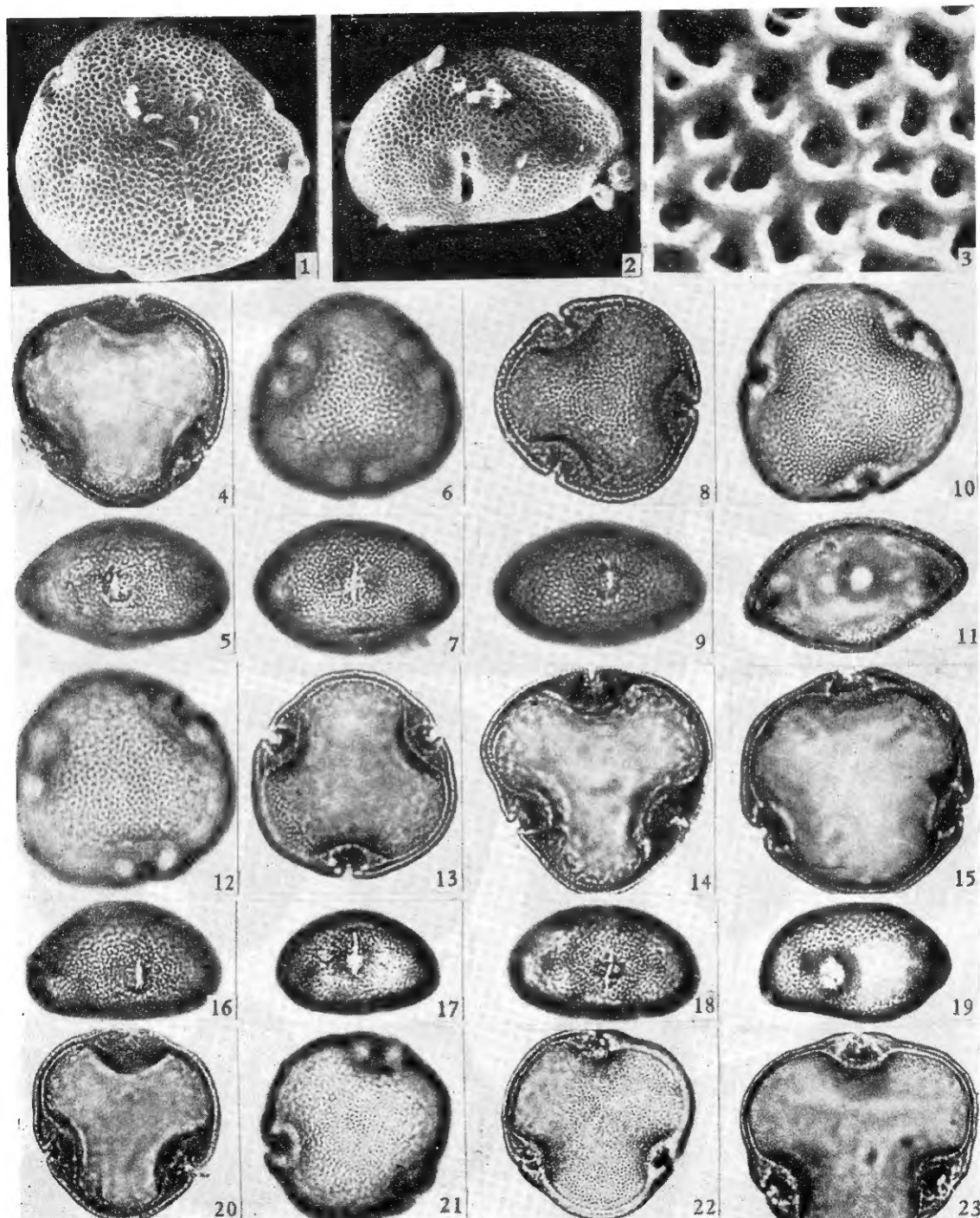
1-4. *Colona floribunda* (1. $\times 2450$; 2. $\times 7000$; 3, 4. $\times 800$); 5, 6. *C. sinica* ($\times 800$); 7-9. *Corchoropsis crenata* (7. $\times 1050$; 8, 9. $\times 800$); 10, 11. *C. psilocarpus* ($\times 800$); 12-16. *Corchorus capsularis* (12. $\times 2100$; 13. $\times 10500$; 14-16. $\times 800$); 17-19 *C. acutangulus* ($\times 800$).



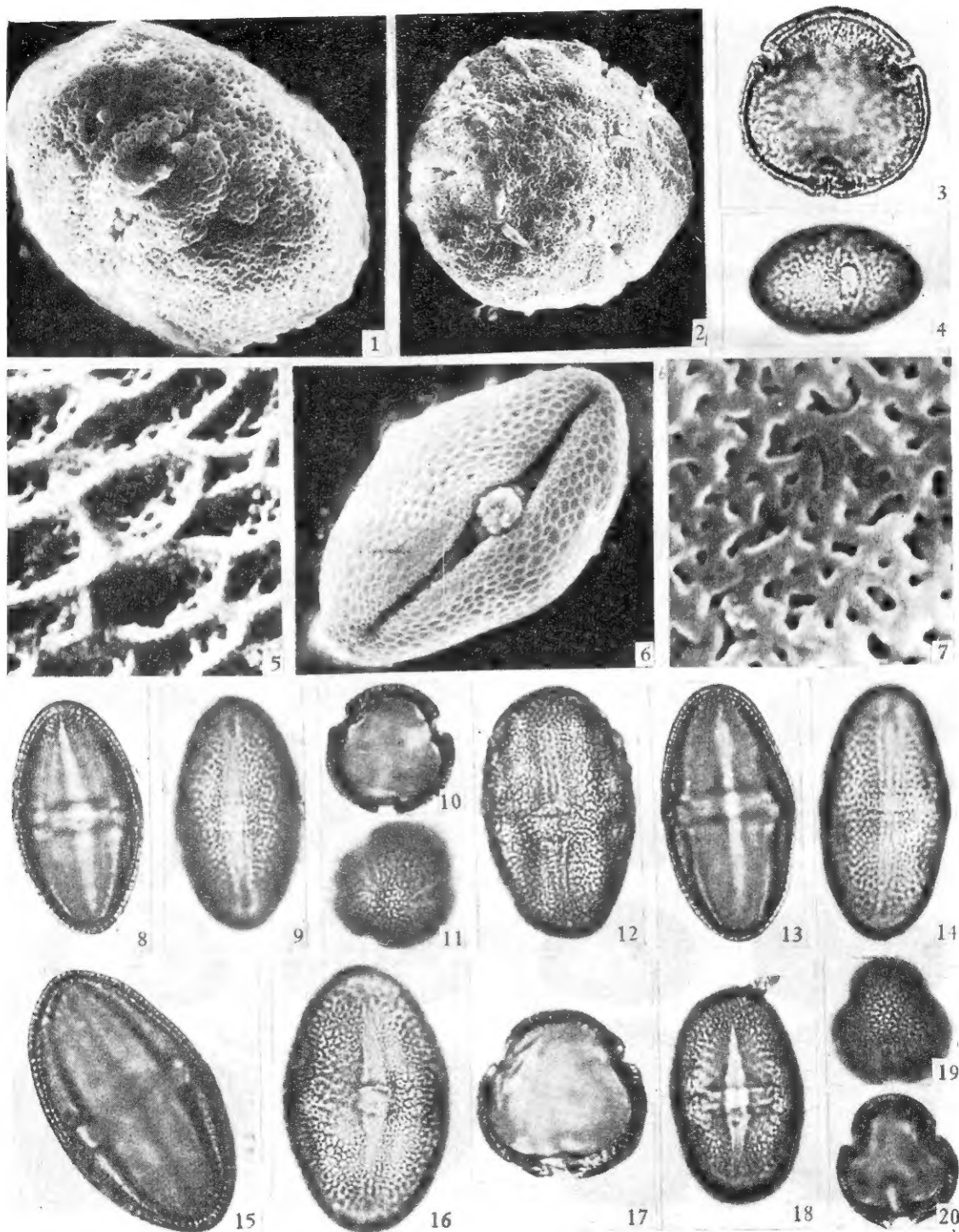
1--4. *Excentrodendron hsienmu* (1. $\times 1050$; 2. $\times 5250$; 3, 4. $\times 800$); 5, 6. *Microcos chungii* ($\times 800$); 7--11. *M. paniculata* (7, 8. $\times 800$; 9, 10. $\times 2450$; 11. $\times 10500$).



1—7. *Grewia tiliacfolia* (1,2. $\times 1050$; 3. $\times 7000$); 8. *G. abutilifolia*; 9. *G. eriocapa*; 10. *G. celtidifolia*; 11. *G. hirsuto-velatina*; 12. *G. biloba*; 13. *Triumfetta suffruticosa*; 14. *Grewia laevigata*; 15. *G. falcata*; 16. *G. brachypoda*; 17. *Tilia chinensis* ($\times 1050$). (4—16. $\times 800$)



1—5. *Tilia tuan* (1, 2. $\times 1050$; 3. $\times 10500$); 6, 7. *T. oliveri* var. *cinerascens*; 8, 9. *T. platyphyllos*; 10, 11. *T. populilimbata*; 12. *T. amuransis*; 13. *T. mongolica*; 14. *T. nobilis*; 15. *T. yunnanensis*; 16. *T. miqueliana*; 17. *T. japonica*; 18. *T. mandschurica*; 19. *T. intonsa*; 20. *T. paucicostata*; 21. *T. laetevirens*; 22. *T. kwangtungensis*; 23. *T. henryana*. (4—23. $\times 800$)



1—5. *Hainania trichorsperma* (1. $\times 2100$; 2. $\times 1400$; 3, 4. $\times 800$; 5. $\times 10500$); 6—11. *Trumfetta tomentosa* (6. $\times 1400$; 7. $\times 10500$; 8—11. $\times 800$); 12. *T. bartramia*; 13, 14. *T. grandidens*; 15—17. *T. pilosa*; 18—20. *T. annua*. (12—20. $\times 800$)